

# 综合物探方法在青海三岔河地区金矿的应用效果

封建平<sup>1,2</sup>, 苑永涛<sup>1,2</sup>, 曾彪<sup>1,2</sup>, 王亚栋<sup>1,2</sup>, 谭运鸿<sup>1,2</sup>, 保善东<sup>1,2</sup>

(1. 青海省地质调查院, 西宁 810012;

2. 青海省青藏高原北部地质过程与矿产资源重点实验室, 西宁 810012)

**摘要** 在三岔河地区开展1:1万高精度磁测的基础上,对已获得异常区开展激电中梯测量和进一步评价,从而确定异常源位置,探讨了综合物探方法在三岔河金矿的找矿效果。经槽探揭露和钻探工程验证,取得了较好的找矿效果,为该地区今后开展物探工作提供了有效工作方法组合。

**关键词** 综合物探 金矿 青海 三岔河

中图分类号: P631.2

文献标识码: A

文章编号: 1674-7801(2019)04-0915-07

青海省作为我国青藏高原的重要组成部分,地域辽阔,成矿地质背景和成矿条件优越,矿产资源丰富,找矿空间和潜力十分巨大,是寻找铜、铅、锌、铝、金和铁等矿种的资源接替产地(闫杰等,2010)。通过开展1:1万地面高精度磁法面积测量及1:5千激电中梯剖面测量工作,发现构造蚀变岩型金矿化体,通过该方法组合在三岔河地区开展工作取得较好效果。

## 1 区域地质背景

测区位于东昆仑南坡俯冲增生杂岩带中(图1),其成矿带位于东昆仑成矿带中部,属东昆仑金、铜、铅、锌、铁、多金属成矿带中的昆南金、铜、钴成矿带上。区内岩浆活动较为频繁,从加里东运动至燕山期运动均有岩浆活动,区内各种矿(化)点及蚀变信息较为丰富,主要集中于中—新元古界万保沟群和中—上奥陶统纳赤台群中。

## 2 测区地质特征

### 2.1 地层

测区地处东昆仑地层区东昆仑南坡地层分区,

出露地层主要以中—新元古界万保沟群( $P_{t_{2-3}}W$ )为主,其次为下寒武统沙松乌拉组( $\epsilon_1s$ )及第四系( $Q$ )。

万宝沟群主要岩性为青办食宿站组大理岩、灰岩;沙松乌拉组主要岩性为灰岩、长石石英砂岩及千枚岩。大理岩中发育一条闪长玢岩岩脉呈北西向斜穿测区。

在下寒武统沙松乌拉组与中新元古界万保沟群温泉沟组接触部位存在一条宽度5~15 m蚀变带。带内出露岩性主要为褐铁矿化硅化灰岩、碎裂岩、褐铁矿化碎裂岩化千枚岩,向西延伸至第四系,向东横穿测区,长约2.2 km,目前仅在该蚀变带东西两侧进行了控制,控制长度约1.2 km,宽5~15 m不等,蚀变主要为硅化(硅化脉呈网格状产出),矿化主要地表为褐铁矿化,深部为黄铁矿化,呈浸染状、薄膜状产出,局部具蜂窝状产出。

### 2.2 构造

区内构造变形强烈,断裂构造发育,断裂呈北西走向,地表断面总体北东倾,倾角 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 。地表形成20~100 m宽的挤压破碎带,带内由碎裂岩、构造角砾岩、断层泥组成,沿断裂展布方向石英脉发育、

[收稿日期]2018-08-17

[基金项目]青海省地质勘查基金项目(编号:青财建字[2015]83号)资助。

[第一作者简介]封建平,男,1987年生,学士,工程师,地球物理勘探工作;E-mail:125250387@qq.com。

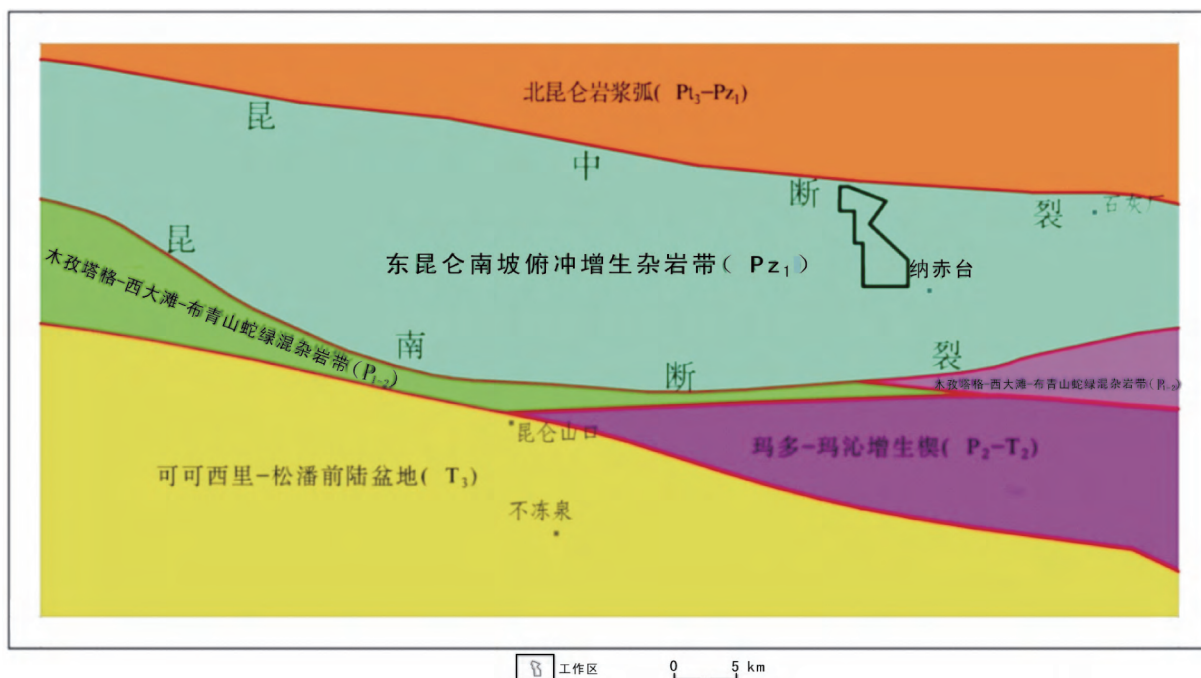


图1 三岔河地区构造单元划分略图

褐铁矿化普遍,断裂西侧岩石破劈理、牵引褶皱发育,远离断层逐渐消失,地形上为连续对头沟负地形,局部地段上有断层三角面,航卫片上线性影象明显。断裂显示压性结构面特征,断裂可能形成于加里东期,印支期也有活动。

### 2.3 岩脉

测区岩脉为闪长玢岩:岩石呈灰绿色,具斑状结构、块状构造。镜下鉴定名称为:灰绿色绿帘石绿帘石绢云母化闪长玢岩,斑状结构,基质具微粒半自形粒状结构,岩石由斑晶(25%)和基质(75%)两部分组成;斑晶成分为斜长石(20%)及少量角闪石(5%),斜长石切面形态多呈自形粒状晶,个别呈柱状晶,具较强的绿帘石化、绢云母化、绿帘石化蚀变,见有钠长聚片双晶,角闪石呈假象,全部被绿帘石、方解石集合体交代或被绿帘石化、绿帘石集合体交代,保留柱状晶或六边形断面的结晶形态,斑晶大小在 $0.48\text{ mm}\times 0.5\text{ mm}\sim 1.68\text{ mm}\times 3.20\text{ mm}$ 之间;基质成分为斜长石(60%)、暗色矿物(15%)及极少量磷灰石、金属矿物组成。

### 3 地球化学特征

异常以 Au 为主元素,伴生元素为 As、Sb、Mo、

Ag、Bi 等多金属元素异常。主元素具三级浓度分带,异常浓集中心套合好,异常形态基本一致,峰值突出,面积为 $0.05\text{ km}^2$ ,主元素 Au 最大值为 $277\times 10^{-9}$ ,异常规模为 0.42。伴生元素 As、Sb、Mo、Ag 都具有三级浓集中心,峰值分别为 $1012\times 10^{-6}$ 、 $29.9\times 10^{-6}$ 、 $25.2\times 10^{-6}$ 、 $692\times 10^{-6}$ ,其中 As、Sb 浓集中心与主元素套合较好,该异常具有强度高、规模大、浓集中心明显、浓度分带清楚、元素套合好等特点(图 2、表 1)。

异常分布于下寒武统沙松乌拉组( $\epsilon_{1s}$ )中,受构造控制比较明显,异常强度大、规模大、浓集中心明显、峰值极为突出、浓度分带清楚、元素套合好,是寻找 Au 矿床的有利靶区。

### 4 物性特征

由表 2、表 3 可知:沉积岩基本无磁性,变质岩中千枚岩磁性相对较大,是所有物性标本中磁性最强的,能引起弱磁异常,故在蚀变带处千枚岩可引起弱磁异常;含矿黄铁矿化碎裂岩极化率变化值在 $0.584\%\sim 4.084\%$ 之间,因黄铁矿化不均匀所致,其极化率高阻低极化特征;千枚岩极化率及电阻率均较低,属低阻低极化特征。

表 1 三岔河地区  $AP_{Z1}^4Au(As, Sb, Mo, Ag, Bi)$  异常特征表

元素	异常下限	总计数	总计最大值	总计平均值	总计标准偏差	面积	相对标准差	衬度	异常规模	相对规模
Au	3	24	277	27.83	56.55	0.05	2.03	9.28	0.42	41.08
As	40	18	1012	211.79	261.00	0.04	1.23	5.29	0.21	20.84
Sb	3	21	29.9	13.27	8.06	0.04	0.61	4.42	0.19	18.49
Mo	3	13	25.2	12.59	7.49	0.03	0.59	4.20	0.11	10.74
Ag	120	8	692	358.50	202.75	0.02	0.57	2.99	0.06	5.59
Bi	1	2	12.9	11.85	1.48	0.00	0.13	11.85	0.03	3.26

注: Au 元素单位为  $10^{-9}$  ,其他元素单位为  $10^{-6}$ 。

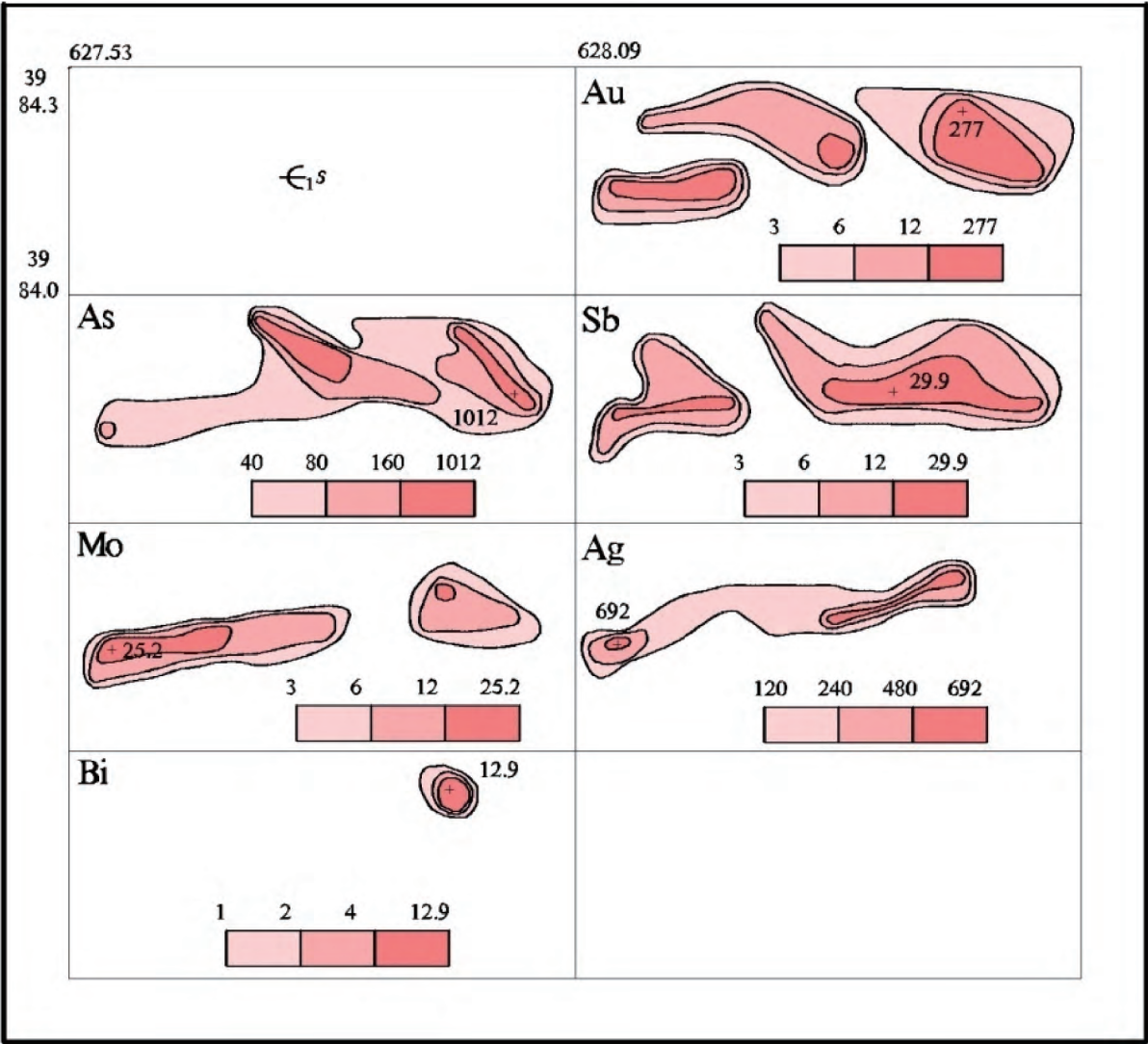


图 2 三岔河地区  $AP_{Z1}^4Au(As, Sb, Mo, Ag, Bi)$  异常剖析图

( Au 元素单位为  $10^{-9}$  ,其他元素单位为  $10^{-6}$  )

表 2 三岔河地区地面高精度磁测物性统计结果表

岩石名称	块数	磁化率/ $10^{-6} \times 4\pi \cdot \text{SI}$			剩余磁化强度/ $10^{-3} \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$		
		min	max	平均值	min	max	平均值
大理岩	45	0.6	433.1	193.2	6.1	891.3	50.2
千枚岩	16	241.8	623.2	458.9	15.7	44.6	25
闪长玢岩	12	28.6	373.6	286.6	11.9	59.6	28.1
灰岩	12	12.1	571.6	240.4	3.9	166.5	68.6
长石石英砂岩	15	4.1	140.7	86.7	8.2	55.5	33.2

表 3 三岔河地区岩(矿)石标本电性参数特征统计表

岩石名称	块数	$\eta_s / \%$			$\rho_s / \Omega \cdot \text{m}$		
		最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值
硅化大理岩	17	2.464	0.301	0.93	24 936	110	5055
黄铁矿化碎裂岩(含矿)	12	4.084	0.584	1.83	1945	208	1111
千枚岩	6	1.363	0.744	1.079	568	66	283
灰岩	20	2.199	0.715	1.16	2405	519	1251

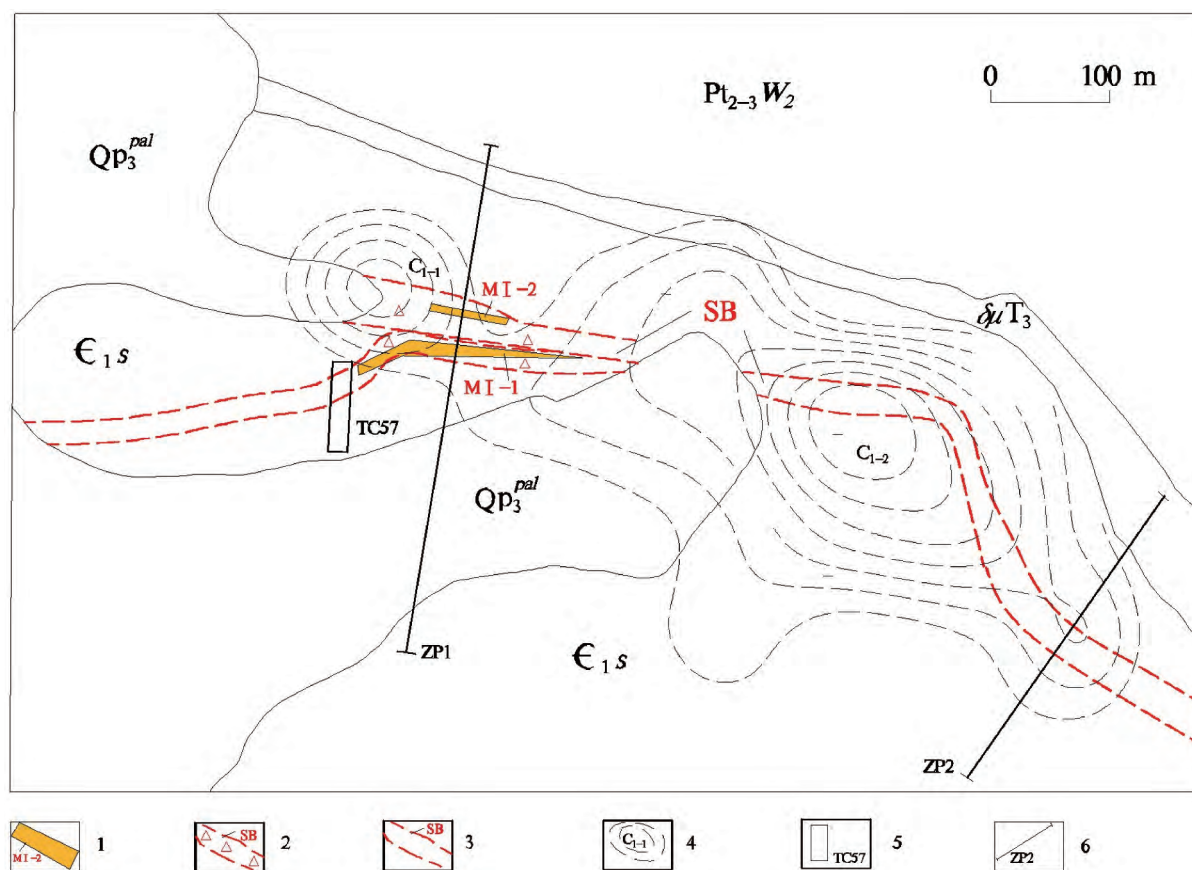


图 3 三岔河地区地质示意图

Qp<sub>3</sub><sup>pal</sup>—第四系; E<sub>1</sub>s—下寒武统沙松乌拉组灰岩; Pt<sub>2-3</sub>W<sub>2</sub>—中—新元古界万保沟群青办食宿站组千枚岩、灰岩及大理岩; δμT<sub>3</sub>—晚三叠世中细粒闪长玢岩; 1—金矿化体位置及编号; 2—已知含金矿化蚀变带; 3—蚀变带位置及编号; 4—磁异常位置及编号; 5—槽探位置及编号; 6—激电中梯剖面位置

5 物探方法技术选择

根据物性特征可知,已知蚀变带与围岩存在磁性差异亦存在电性差异,可同时选择磁法测量工作及激电测量工作。为了有效地捕捉矿化体信息,选择了 1:1 万比例尺、100 m×20 m 网度进行面积性地面高精度磁测工作,采用仪器为 ENVI 质子磁力仪,精度达到 0.1 nT。为能有效地探测地表及深部矿化体异常信息、达到预期勘探深度,激电中梯工作选择供电电极距  $AB=1200\text{ m}$ ,接收极距  $MN=40\text{ m}$ 。为提高信噪比,大功率、高电压、大电流稳定状态工

作,供电周期为 32",保证了野外原始数据采集的真实性。

6 应用效果

6.1 异常特征

通过 1:1 万地面高精度磁测面积工作,测区出现两处磁测异常,磁异常编号分别为  $C_{1-1}$ 、 $C_{1-2}$  见图 3。异常主体走向呈北西向椭圆状展布, $C_{1-1}$  异常与已知矿化蚀变带位置对应较好,异常宽度相对较窄,磁异常以正值异常为主,幅值最大值为 106 nT,属弱

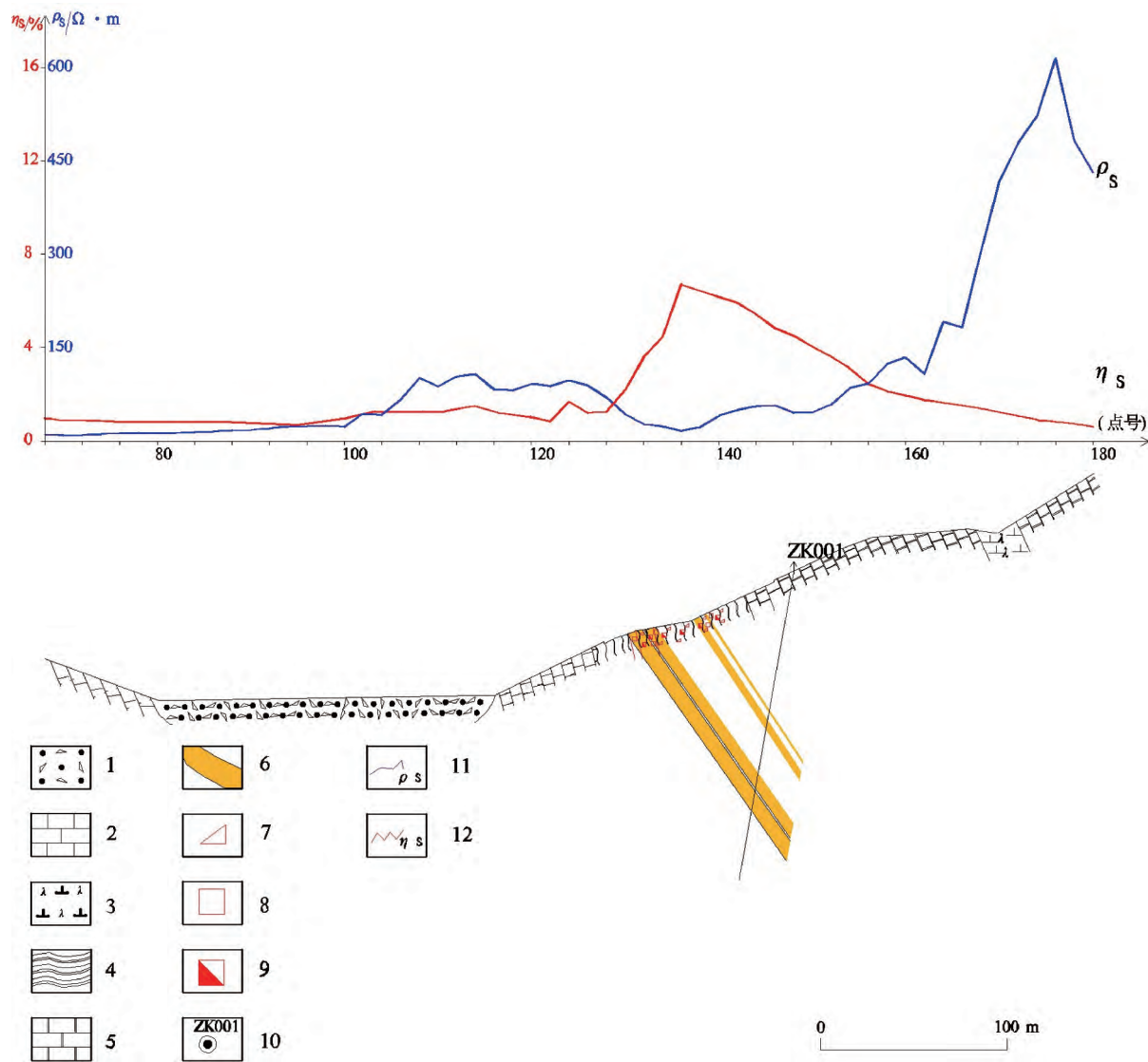


图 4 三岔河地区 ZP1 线地质物探综合图

1—第四系;2—中-新元古界万保沟群青办食宿站组灰岩;3—晚三叠世闪长玢岩;4—中-新元古界万保沟群青办食宿站组千枚岩;  
5—中-新元古界万保沟群青办食宿站组大理岩;6—金矿(化)体;7—碎裂岩化;8—黄铁矿化;9—褐铁矿化;10—钻孔位置及编号;  
11—视电阻率曲线;12—视极化率曲线



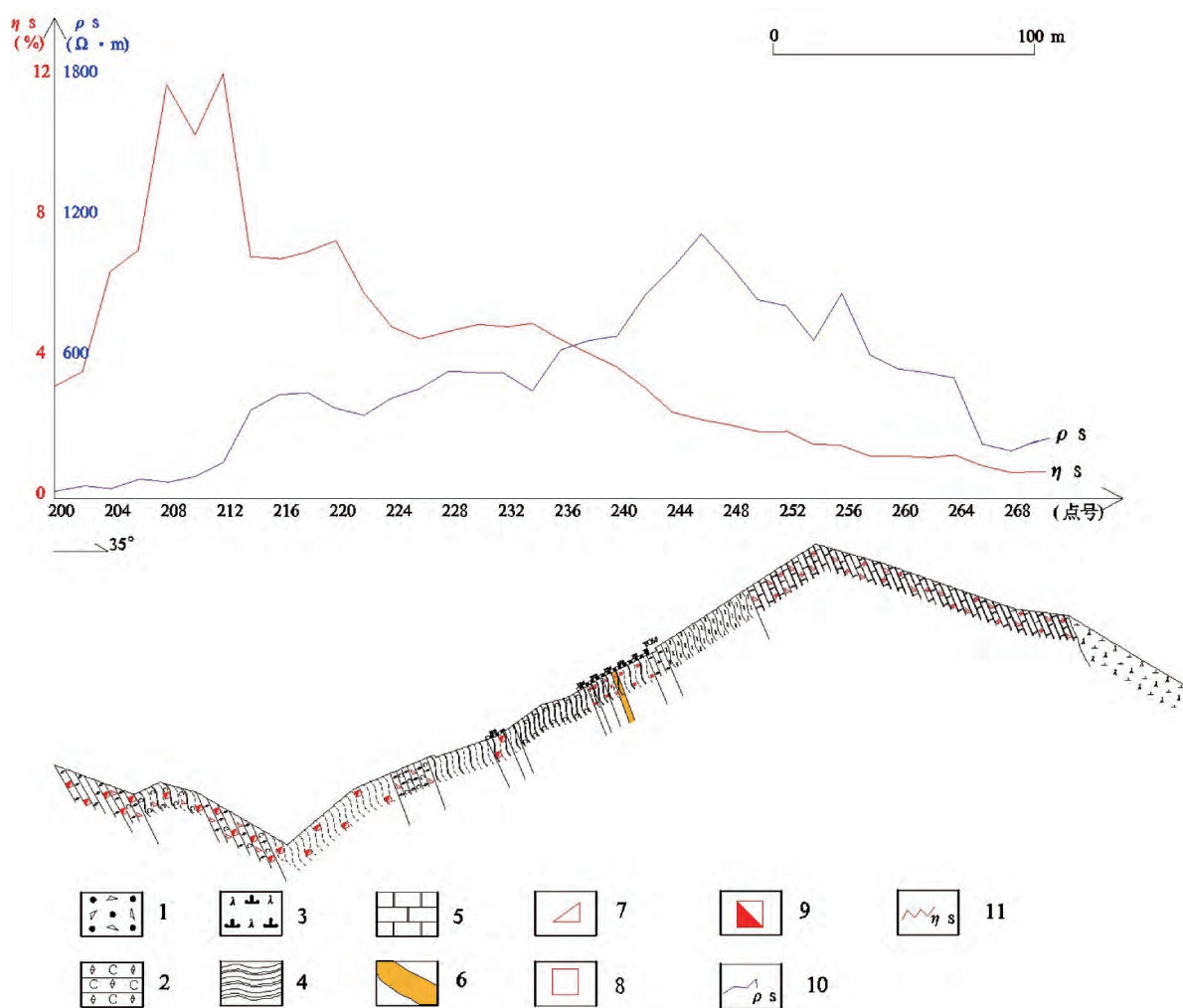


图5 三岔河地区 ZP2 线地质物探综合图

1—第四系; 2—中-新元古界万保沟群青办食宿站组炭质灰岩; 3—晚三叠世闪长玢岩; 4—中-新元古界万保沟群温泉组千枚岩; 5—中-新元古界万保沟群青办食宿站组大理岩; 6—金矿(化)体; 7—碎裂岩化; 8—黄铁矿化; 9—褐铁矿化; 10—视电阻率曲线; 11—视极化率曲线

磁异常;  $C_{1-2}$  异常位于  $C_{1-1}$  异常东南侧, 异常宽度较宽, 与蚀变带位置对应较好, 且异常形态与  $C_{1-1}$  相似, 磁异常亦为正值异常, 极大值为 126 nT, 属弱磁异常, 该异常在长度、宽度及幅值方面均较好于  $C_{1-1}$  异常。

## 6.2 异常解释及验证

在  $C_{1-1}$  磁异常布设激电中梯剖面 ZP1, 测量点距为 10 m, 剖面共有 1 处激电异常见图 3, 异常位于剖面中段, 在 130~150 点之间, 其视极化率背景场在 1.5%, 异常段视极化率在 3%~8% 之间, 视电阻率在 100  $\Omega \cdot m$  以下, 呈明显低阻高极化异常特征, 920

引起异常岩性为含矿黄铁矿化碎裂岩。异常曲线南陡北缓, 推断含矿黄铁矿化碎裂岩倾向为北倾。

经 ZK001 钻孔工程验证见图 4: M I-1 金矿化体: 控制长约 350 m, 宽 9~15 m 不等, 赋矿岩性为黄铁矿化碎裂岩, 金平均品位  $0.49 \times 10^{-6}$ ; M I-2 金钼矿化体: 宽约 4.3 m, 金最高品位为  $0.26 \times 10^{-6}$ , Mo 最高品位为 0.035%, 平均品位为 0.03%, 含矿岩性为灰黑色碎裂岩; 通过工程验证, 异常取得较好找矿效果。

在  $C_{1-1}$  异常南部蚀变带且非磁异常区进行地表揭露, 施工 TC57 槽探, 样品经化学样分析, 所有样品分析结果均小于  $0.1 \times 10^{-6}$ , 为少量矿化甚至不含

矿。表明含矿层走向呈北西向展布,在非磁异常区基本不含矿。

在  $C_{1-2}$  异常边缘部位布设激电中梯剖面 ZP2, 测量点距为 10 m, 仅出现两处异常见图 5, 第一处在 200~222 点之间, 异常呈低阻高极化异常特征, 视极化率极大值约 12%, 视电阻率最低在  $100 \Omega \cdot m$  以下, 地表出露岩性主要为褐铁矿化、黄铁矿化千枚岩及碳质灰岩, 异常由含褐铁矿化、黄铁矿化千枚岩及碳质灰岩引起; 第二处异常出现在 224~244 点之间, 属中高阻中等极化异常特征, 视极化率在 4% 左右, 视电阻率在  $600 \Omega \cdot m$  附近, 地表出露岩性主要为灰岩及大理岩, 在 230~242 点之间实施槽探工程, 新发现有 2 m 宽金矿化体, 平均品位在  $0.2 \times 10^{-6}$ 。通过工程验证, 异常取得一定找矿效果。

## 7 结论

通过工程验证发现矿化体, 说明物探方法在本

区找矿效果显著, 在三岔河地区采用综合物探方法进行异常查证及评价, 是寻找金矿的一种有效方法手段, 其最佳组合方法为地面高精度磁测及激电中梯测量。其不仅可以对区域异常定性, 缩小找矿靶区; 同时, 对矿体的延长、延伸及倾向有一个定性的结论。

## 参考文献

- 安国英. 2013. 青海省东昆仑地区地球化学异常特征及金矿靶区筛选与评价[J]. 物探与化探, 16(2): 218-224.
- 罗文强, 张尚坤, 等. 2015. 胶东中朱车金矿区激发极化法找矿效果[J]. 黄金科学技术, 23(1): 10-16.
- 潘彤, 周录维, 刘孝忠, 等. 2004. 物探方法在青海都兰地区督冷沟异常查证中的应用[J]. 地质与勘探, 40(4): 55-59.
- 闫杰, 覃泽礼, 谢文兵, 等. 2010. 青海南戈滩-乌龙滩地区多金属矿地质特征与找矿潜力[J]. 黄金科学技术, 18(4): 22-26.

# Application effect of geophysical prospecting for gold ore In the Sancha river, Qinghai province

FENG Jian-ping<sup>1,2</sup>, YUAN Yong-tao<sup>1,2</sup>, ZENG Biao<sup>1,2</sup>,  
WANG Ya-dong<sup>1,2</sup>, TAN Yun-hong<sup>1,2</sup>, BAO Shan-dong<sup>1,2</sup>

(1. Qinghai geological survey institute, Xining 810012;

2. Northern qinghai-tibet plateau geological process and mineral resources in qinghai  
province key laboratory, Xining 810012)

**Abstract:** Based on the 1:10000 high precision magnetic survey in sanchahe, the authors made measurements and further evaluation of the obtained abnormal areas, so as to determine the location of the abnormal source, and discussed the prospecting effect of the integrated geophysical survey method in sanchahe gold mine. The results of in-seam exploration and drilling engineering verification show that the prospecting results are satisfactory, which provides an effective combination of working methods for the exploration of this area in the future.

**Key words:** geophysical prospecting method, gold ore, application effect